

## **Determinación de las características mecánicas (resistencia-alargamiento) de fibras sintéticas. Estudio comparativo del método de fibras individuales y el método por haces de fibras (Stelometer)**

### **PARTE I**

por el Prof. Dr. **J. M.<sup>a</sup> Pons**

#### **1. OBJETO**

El objeto del presente trabajo es el de determinar las dos características mecánicas más importantes de las fibras, es decir, su resistencia y alargamiento, tanto por el laborioso procedimiento de fibra individual como por el más rápido de haces de fibras. Una vez se hayan determinado dichas características con la suficiente precisión, se procederá a comparar los dos procedimientos de determinación (individual y por haz) a fin de observar si existe correspondencia biunívoca entre ellos y, como consecuencia, determinar las rectas de regresión que permitan relacionar los dos procedimientos. En el caso de que esta correlación fuese francamente buena, permitiría sustituir el procedimiento de determinación por fibra individual siempre laborioso, largo y poco preciso y algunas veces imposible de aplicar (caso de fibras de muy débil resistencia) por el rápido y preciso procedimiento por haces de fibras.

#### **2. INFORMACION PREVIA**

##### **2.1. PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS**

###### **2.1.1. Por fibra individual**

El procedimiento por fibra individual consiste en determinar la resistencia y alargamiento de cada una de las fibras que forman la muestra a analizar, la cual, naturalmente, debe ser lo más representativa posible del lote o partida.

Todos los aparatos de este tipo se basan en sujetar cada fibra mediante dos mordazas, haciendo que la inferior se desplace ejerciendo, por lo tanto, una tracción creciente a la fibra hasta su rotura. El desplazamiento de la mordaza puede efectuarse por procedimiento hidráulico (poco recomendable) o por procedimiento mecánico (mucho más seguro y práctico). La determinación de los valores de resistencia y alargamiento puede ser visual o, mejor, mediante registro gráfico.

Siguiendo las normas BISFA, la longitud de probeta de ensayo será de 10 mm.

###### **2.1.2. Por haces de fibras**

Este procedimiento se basa en la determinación de la resistencia y alargamiento de un haz de fibras. La sujeción del haz se hace mediante pinzas del tipo Pressley. El método de trabajo puede ser de pinzas juntas o galga 0, a galga 1/8" y a galga 5 mm. Estas longitudes corresponden a las distancias entre las caras internas de las mordazas.

Hasta ahora, el empleo de este procedimiento requería un aparato especial, mientras que en la actualidad mediante un ingenioso mecanismo denominado Lecarim puede aplicarse a cualquier tipo de dinamómetro. Además, presenta la gran ventaja de que puede trabajarse a cualquier galga, pudiéndose adaptar a la que presente mejor correlación con el procedimiento de fibra individual.

## 2.2. UNIDADES EMPLEADAS

Tanto por el procedimiento de fibra individual como por el de haz de fibras, la resistencia se expresará en forma de tenacidad, es decir, gramos/tex.

En el caso de fibra individual la tenacidad vendrá expresada por

$$\theta = \frac{\bar{R}}{N_{\text{tex}}}$$

siendo:

$\theta$  = tenacidad media de las fibras,

$\bar{R}$  = resistencia media de la muestra, expresada en gramos y

$N_{\text{tex}}$  = título de la fibra expresada en sistema Tex.

En el procedimiento por haz de fibras, es menester determinar el peso del haz de fibras expresado en mg., peso que se determina una vez rota la probeta, mediante una balanza de torsión. Así pues,

$$\theta = \frac{r(\text{gramos})}{n.^{\circ} \text{ tex}} = \frac{R \cdot 1000}{1000 \frac{p}{l}} = l \frac{R}{p}$$

siendo

$R$  = resistencia en kg. del haz de fibras.

$l$  = longitud del haz, expresada en mm.,

$p$  = peso del haz de fibras, expresado en mg.

Para galga 0, la longitud del haz coincide con el ancho de las mordazas, por lo que  $l = 11,7$  mm. Así pues,

$$\theta_0 = 11,7 \frac{R}{p}$$

Para galga  $1/8''$  (3,2 mm.), la longitud del haz será  $11,7 + 3,2 = 14,9$ , por lo que

$$\theta_{1/8} = 14,9 \frac{R}{p}$$

Finalmente, para galga 5 mm., la longitud del haz será  $l = 11,7 + 5 = 16,7$ , por lo que

$$\theta_5 = 16,7 \frac{R}{p}$$

## 2.3. PREPARACION DE LAS MUESTRAS

### 2.3.1. Por fibra individual

La preparación de la muestra, en el caso de fibra individual, depende de la naturaleza de su superficie. En el caso de fibras con superficie rugosa, pueden prepararse las muestras simplemente por pinzado mediante las mordazas correspondientes. Pero, desgraciadamente, éste no es el caso de las fibras sintéticas.

Por el contrario, las fibras sintéticas presentan su superficie muy lisa por lo que se producen deslizamientos en las mordazas, con lo que los valores de alargamiento son considerablemente exagerados. Para subsanarlo, se recurre al empleo de papeles en forma de U. La técnica de fijación de la fibra al papel es la siguiente: en las dos ramas libres del papel se coloca una cierta cantidad de goma, que servirá, una vez doblada cada rama sobre sí misma, para sujetar la fibra cuyas características hay que determinar. La distancia entre las ramas libres es de exactamente 10 mm. Con ello, se consigue que las mordazas del dinamómetro sujeten a la fibra a través del papel doblado, lo que evita el deslizamiento de las fibras. Antes de poner en marcha el dinamómetro, hay que cortar con unas tijeras la rama central del papel.

### 2.3.2. Por haces de fibras

En este caso, las fibras deben estar regularmente repartidas en un par de peines, sujetas por un borde y libres por el otro. Con una pinza manual, se extrae de dichos peines un haz de fibras que después de paralelizarlo totalmente y eliminarle las fibras de longitud corta, se coloca entre las mordazas tipo Pressley, procediéndose a continuación a cerrar dichas mordazas. Los extremos del haz de fibras, que sobresalen de las caras externas de las mordazas, son eliminadas mediante su corte con una hoja de afeitar. La longitud del haz quedará, pues, reducida a la suma del ancho de las mordazas y la separación entre ellas o galga.

## 2.4. NUMERO DE ENSAYOS A EFECTUAR

### 2.4.1. Por fibra individual

El número de ensayos a efectuar dependerá del grado de probabilidad con que se desee trabajar, de la dispersión de los valores de la muestra y de la precisión deseada, según la fórmula

$$n = \left( \frac{t \cdot CV}{e} \right)^2$$

en la que

$n$  = n.º de ensayos a efectuar,

$t$  = constante que depende del grado de probabilidad, y que para un valor del 95 % es 1,96,

$CV$  = coeficiente de variación de la muestra ensayada, y

$e$  = límite máximo del error, expresado en %.

Teniendo en cuenta que en los ensayos previos se han encontrado valores de

CV de 12-15 % para las resistencias y considerando que se trabaja a un grado de probabilidad del 95 % y con unos límites máximos de error admitidos del 3 %, se ha deducido el n.º máximo de ensayos a efectuar en

$$n = \left( \frac{1,96 \cdot 15}{3} \right)^2 = 99$$

por lo que se ha establecido un número de ensayos igual a 100. Con este número de ensayos, teniendo en cuenta que las CV de los alargamientos varían entre 20 y 30, los resultados obtenidos para dichos alargamientos lo serán con unos límites máximos de error del 4 al 6 %.

#### 2.4.2. Por haces de fibras

En los ensayos previos realizados con fibras sintéticas por este procedimiento se han encontrado valores de CV del 4 %, los cuales llevados a la anterior fórmula y para el mismo grado de precisión y probabilidad da un número de ensayos de

$$n = \left( \frac{1,96 \cdot 4}{3} \right)^2 \approx 7$$

por lo que el número de ensayos a efectuar por este procedimiento se reducirá a 10 como máximo.

### 3. PARTE EXPERIMENTAL

#### 3.1. MATERIA EMPLEADA

La materia empleada para el presente trabajo ha sido facilitada por LA SEDA DE BARCELONA, S. A. y consiste en tres tipos de fibras en floca.

##### 3.1.1. Poliéster

Se han analizado 8 tipos de poliéster, correspondientes a

1,3/38 BR, 1,3/38 BRE, 1,5/38 Prueba, 1,6/38 BR, 3,3/90 Mate, 3,4/80 BR, 5/80 BRF y 6,8/80 BRF.

##### 3.1.2. Acrílica

Se han analizado 6 tipos de materia acrílica, correspondientes a

1,6 dtex BR, 2,2 dtex BR, 3,3 dtex BR (P.610.000), 5,6 dtex BR (P.610.001) y 7,8 dtex BR (P.610.000).

##### 3.1.3. Poliamidas

Sólo se han analizado dos muestras, correspondientes a

3,4 dtex/60 y 17 dtex/120

## 3.2. DINAMOMETROS EMPLEADOS

### 3.2.1. Instron

El dinamómetro empleado para la determinación de la resistencia y alargamiento por fibra individual ha sido el INSTRON modelo TT-DM. Las condiciones de funcionamiento han sido las siguientes:

Longitud probeta: 10 mm.  
 Velocidad carro: 1 cm/mn.  
 Velocidad gráfico: 10 cm/mn.  
 Relación magnitud: 1/10.

En cuanto a la escala de carga, se ha empleado la más adecuada para cada tipo de fibra, habiendo sido las más empleadas las escalas 0-10 g. y 0-20 g. Para la fibra poliamídica 17 dtex/120 se ha empleado la escala 0-100 g.

### 3.2.2. Stelometer

Para la determinación de la resistencia por el procedimiento de haz de fibras se ha empleado el dinamómetro de haces Stelometer que presenta la ventaja de poder determinar simultáneamente el alargamiento a la rotura.

Para la puesta en funcionamiento del aparato se han tenido en cuenta todos los calibrados que recomienda la casa constructora, rechazándose los ensayos cuya resistencia salían fuera de los límites de 3 a 6 kg.

## 4. RESULTADOS EXPERIMENTALES

### 4.1. POLIESTER

#### 4.1.1. Fibra individual (Instron)

Tipo	$\theta$	CV	n	e	A (%)	CV	n	e
1,3/38 BR	62,3	15,1	100	3 %	22,2	29,3	100	6 %
1,3/38 BRE	58,5	18,2	100	3,4 %	31,2	26,4	100	5,3 %
1,5/38 Prueba	51,9	22	100	4,4 %	41,6	30,8	100	6,2 %
1,6/38 BR	59,4	16,2	100	3,2 %	19,9	34	100	6,8 %
3,3/90 Mate	43,5	19,8	100	3,9 %	47,3	24,4	100	4,9 %
3,4/80 BR	45,1	16,6	100	3,2 %	35,—	23,6	100	4,7 %
5/80 BRF	31,9	9,6	100	1,9 %	39,—	33,5	100	6,7 %
6,8/80 BRF	34,8	7,5	100	1,5 %	32,95	33,2	100	6,6 %

#### 4.1.2. Haces de fibras (Stelometer)

Tipo	$\theta_0$	A %	$\theta_{1/8}$	A %	$\theta_5$	A %
1,3/38 BR	48,95	7,6	54,7	22,9	52,3	23,4
1,3/38 BRE	45,3	12,1	49,7	28,5	46,9	28,6
1,5/38 Prueba	37,63	13,—	n.r.	—	n.r.	—
1,6/38 BR	45,04	6,6	61,8	19,1	61,1	26,1
3,3/90 Mate	35,2	19,—	n.r.	—	n.r.	—
3,4/80 BR	38,4	10,8	n.r.	—	n.r.	—
5/80 BRF	32,9	12,—	33,5	27,6	n.r.	—
6,8/80 BRF	34,3	13,3	33,6	27,2	n.r.	—

## 4.2. ACRILICA

### 4.2.1. Fibra individual (Instron)

Tipo	$\theta$	CV	n	e	A (%)	CV	n	e
1,7 dtex BR	30,5	14,9	100	3 %	35,4	31,1	100	6 %
2,2 dtex BR	26,—	14,5	100	2,9 %	28,6	23,4	100	4,7 %
3,3 dtex BR	33,—	15,4	100	3 %	31,3	24,1	100	5 %
5,6 dtex BR (P.610.001)	31,8	10,7	100	2,2 %	32,1	22,7	100	4,5 %
5,6 dtex BR (P.610.000)	28,9	15,5	100	3,1 %	40,3	31,4	100	6,3 %
7,8 dtex BR (P.610.000)	30,6	11,6	100	2,3 %	39,6	23,7	100	4,7 %

### 4.2.2. Haces de fibras (Stelometer)

Tipo	$\theta_0$	A %	$\theta_{1/8}$	A %	$\theta_5$	A %
1,7 dtex BR	21,2	5,7	n.r.	—	n.r.	—
2,2 dtex BR	21,4	6,7	19,8	23,6	n.r.	—
3,3 dtex BR	24,6	7,7	24,6	21,3	n.r.	—
5,6 dtex BR (P.610.001)	22,8	6,1	27,1	20,3	n.r.	—
5,6 dtex BR (P.610.000)	20,5	10,5	n.r.	—	n.r.	—
7,8 dtex BR (P.610.000)	22,6	10,9	n.r.	—	n.r.	—

## 4.3. POLIAMIDA

### 4.3.1. Fibra individual (Instron)

Tipo	$\theta$	CV	n	e	A (%)	CV	n	e
3,4 dtex/60	52	18,8	100	7,5 %	106,8	17,3	100	7 %
17 dtex/120	43,1	12,1	100	5 %	123,6	19,7	100	8 %

### 4.3.2. Haces de fibras (Stelometer)

Tipo	$\theta_0$	A %	$\theta_{1/8}$	A %	$\theta_5$	A %
3,4 dtex/60	n.r.	—	n.r.	—	n.r.	—
17 dtex/120	n.r.	—	n.r.	—	n.r.	—

La causa por la cual no se rompen las fibras en el Stelometer hay que buscarla en su gran alargamiento, lo que hace que el dinamómetro quede trabado sin que se haya producido la rotura de las fibras.

Este inconveniente podrá ser solventado con el empleo del mecanismo LE-CARIM.

## 5. CORRELACIONES Y RECTAS DE REGRESION

### 5.1. POLIESTER

#### 5.1.1. Resistencias

##### 5.1.1.1. Entre Instron y Stelometer galga 0

Para determinar si existe correlación entre estas dos variables es necesario determinar el coeficiente de correlación entre ellas. Designando las tenacidades obtenidas en el Instron por X y las obtenidas en el Stelometer a galga 0 por Y, se calcula el correspondiente coeficiente de correlación por el procedimiento de la media arbitraria, de acuerdo con la siguiente tabla de valores:

X	Y	x	y	x · y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
62,3	48,9	18,8	3,9	73,32	353,44	15,21
58,5	45,3	15,—	0,3	4,50	225,—	0,09
51,9	37,6	8,4	— 7,4	— 62,16	70,56	54,76
59,4	45,—	15,9	— 0,—	0,—	252,81	0,—
43,5	35,2	0,—	— 9,8	0,—	0,—	96,04
45,1	38,4	1,6	— 6,6	— 10,56	2,56	43,56
31,9	32,9	— 11,6	— 12,1	140,36	134,56	146,41
34,8	34,3	— 8,7	— 10,2	88,74	75,69	114,49
		39,4	— 41,9	234,20	1114,62	470,56

$$m_{1x} = \frac{39,4}{8} = 4,925$$

$$m_{1y} = \frac{-41,9}{8} = -5,238$$

$$m_{2x} = \frac{1114,62}{8} = 139,33$$

$$m_{2y} = \frac{470,56}{8} = 58,82$$

$$m_{xy} = \frac{234,20}{8} = 29,275$$

$$\bar{X} = 43,5 + 4,925 = 48,425$$

$$\bar{Y} = 45 - 5,238 = 39,762$$

$$\sigma_x = \sqrt{139,33 - 4,925^2} = 10,724$$

$$\sigma_y = \sqrt{58,82 - 5,238^2} = 5,6$$

$$r = \frac{29,275 + 4,925 \cdot 5,238}{10,724 \cdot 5,6} = 0,917$$

Como se ve, la correlación entre las tenacidades obtenidas mediante el dina-

mómetro Instron y el Stelometer a galga 0, es muy buena, lo que permite proceder al cálculo de las dos rectas de regresión correspondientes, tal como se indica a continuación:

$$Y = a X + b$$

$$a = 0,917 \frac{5,6}{10,724} = 0,48$$

$$b = 39,762 - 0,48 \cdot 48,425 = 16,518$$

Así pues, una recta de regresión es

$$Y = 0,48 X + 16,52$$

La otra será del tipo

$$X = a'Y + b'$$

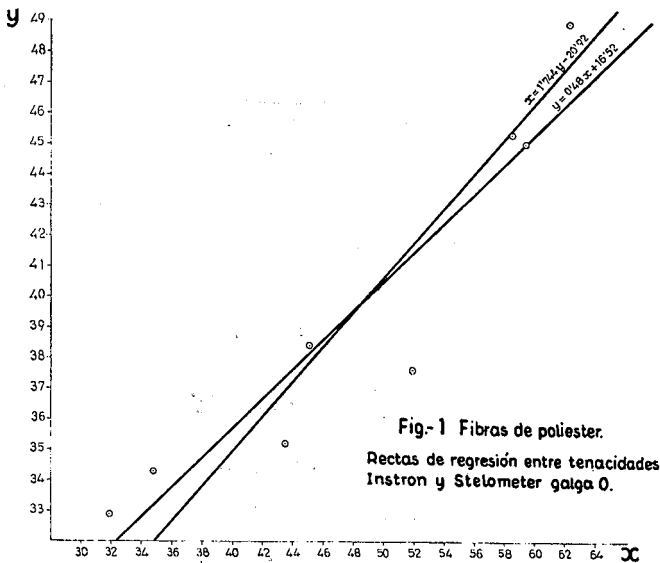
$$a' = 0,917 \frac{10,724}{5,6} = 1,744$$

$$b' = 48,425 - 1,744 \cdot 39,762 = -20,92$$

Así pues,

$$X = 1,744 Y - 20,92$$

Para la correspondiente representación gráfica, véase la Fig. 1.



#### 5.1.1.2. Entre Instron y Stelometer galga 1/8

En este caso, debido a que tres de las muestras ensayadas no han podido ser rotas en el Stelometer a causa de su gran alargamiento, sólo se dispondrá de 5 pares



de valores para la determinación del correspondiente coeficiente de correlación. Así pues, la tabla será la siguiente:

X	Y	x	y	x · y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
62,3	54,7	2,9	5,—	1,45	8,41	25,—
58,5	49,7	— 0,9	0,—	0,—	0,81	0,—
59,4	61,8	0,—	12,1	0,—	0,—	146,41
31,9	33,5	— 27,5	— 16,2	445,5	756,25	262,44
34,8	33,6	— 24,6	— 16,1	396,—	605,16	259,21
		— 50,1	— 15,2	842,95	1370,63	693,06

$$\bar{X} = 49,38$$

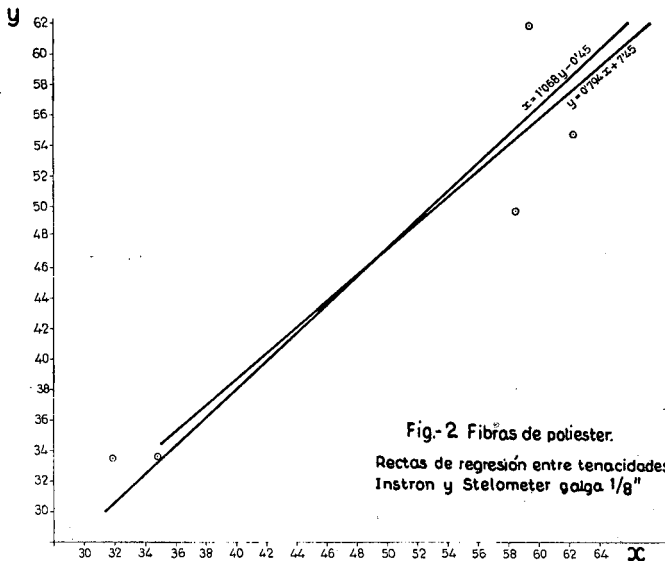
$$\bar{Y} = 46,66$$

$$r = 0,921$$

Como puede comprobarse, también existe una magnífica correlación entre las tenacidades obtenidas en el dinamómetro Instron y el Stelometer galga 1/8. Las correspondientes rectas de regresión son las siguientes:

$$Y = 0,794 X + 7,45 \quad \text{y} \quad X = 1,068 Y - 0,45$$

Véase Fig. 2.



### 5.1.1.3. Entre Instron y Stelometer galga 5 mm.

En este caso no ha sido posible obtener las tenacidades correspondientes a la galga 5 mm., puesto que los alargamientos que presentan las fibras son muy

superiores a los que permite el aparato trabajando en estas condiciones. Este problema desaparecería con el empleo del mecanismo Lecarim.

### 5.1.2. Alargamientos

#### 5.1.2.1. Entre Instron y Stelometer galga 0

Acaba de verse que existe una magnífica correlación entre las tenacidades dadas por el dinamómetro Instron y el Stelometer a galgas 0 y 1/8 que son las que han podido ensayarse.

A continuación se procede a calcular la correlación existente entre los alargamientos obtenidos en el Instron y el Stelometer a galga 0, según la siguiente tabla:

X	Y	x	y	x · y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
22,2	7,6	— 10,8	— 3,2	34,56	116,64	10,24
31,2	12,1	— 1,8	+ 1,3	— 2,34	3,24	1,69
41,6	13,—	+ 8,6	+ 2,2	18,92	73,96	4,84
19,9	6,6	— 13,1	— 4,2	55,02	171,61	17,64
47,4	19,—	+ 14,4	+ 8,2	118,08	207,36	67,24
35,—	10,8	+ 2,—	0,—	0,—	4,—	0,—
39,1	12,—	+ 6,1	1,2	7,31	37,21	1,44
33,—	13,3	0,—	2,5	0,—	0,—	6,25
		5,4	8,—	231,55	614,02	109,34

$$\bar{X} = 33,675$$

$$\bar{Y} = 11,900$$

$$r = 0,897$$

Como se observa, la correlación entre alargamientos es del mismo orden que en las tenacidades y por lo tanto con un alto valor de correlación.

Efectuados los correspondientes cálculos se han obtenido las siguientes rectas de regresión

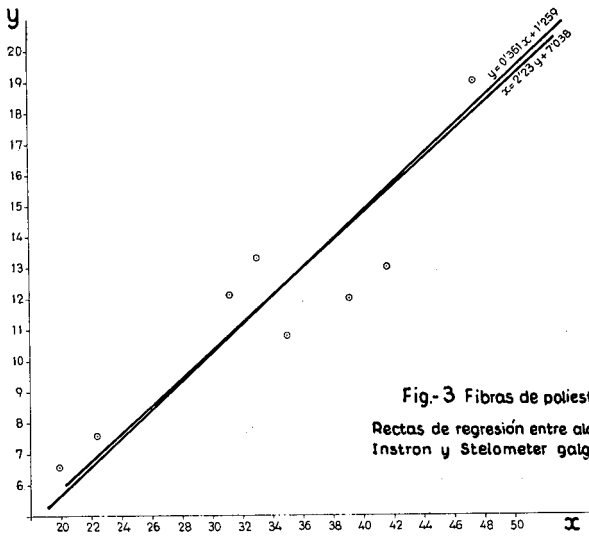
$$Y = 0,361 X + 1,259 \quad \text{y} \quad X = 2,23 Y + 7,038$$

Véase Fig. 3.

#### 5.1.2.2. Entre Instron y Stelometer galga 1/8

Por la razón ya antes apuntada, sólo se han obtenido cinco pares de valores válidos, por lo que la tabla será de la siguiente forma:

X	Y	x	y	x · y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
22,2	22,9	2,3	0,—	0,—	5,29	0,—
31,2	28,5	11,3	5,6	63,28	127,69	31,36
19,9	19,5	0,—	— 3,4	0,—	0,—	11,56
39,1	27,6	19,2	4,7	90,24	368,64	22,09
33,—	27,2	13,1	4,3	56,33	171,61	18,49
		45,9	11,2	209,85	673,23	83,50



$$\bar{X} = 29,08$$

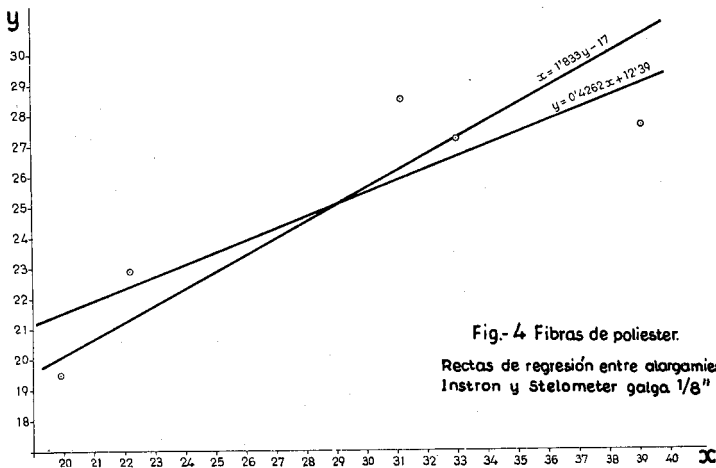
$$\bar{Y} = 25,14$$

$$r = 0,884$$

Como puede observarse existe también muy buena correlación entre los alargamientos dados por el dinamómetro Instron y el Stelometer galga 1/8. Las correspondientes rectas de regresión o de paso son:

$$Y = 0,426 X + 12,39 \quad \text{y} \quad X = 1,833 Y - 17$$

Véase Fig. 4.



### 5.1.2.3. Entre Instron y Stelometer galga 5 mm.

Al igual que en las resistencias a galga 5 mm. no se han podido obtener los alargamientos correspondientes por lo que no puede determinarse el correspondiente valor de correlación.

## 5.2. ACRILICA

### 5.2.1. Resistencias

#### 5.2.1.1. Entre Instron y Stelometer galga 0

De fibra acrílica se disponen de 6 muestras por lo que la tabla correspondiente estará formada por sólo 6 pares de valores, tal como se indica a continuación, lo cual representa un handicap para la determinación del correspondiente coeficiente de correlación.

X	Y	x	y	x · y	x <sup>2</sup>	y <sup>2</sup>
30,5	21,2	1,3	0,7	— 0,91	1,69	0,49
26,—	21,4	— 5,8	0,9	— 5,52	33,64	0,81
33,—	24,6	1,2	4,1	4,92	1,44	16,81
31,8	22,8	0,—	2,3	0,—	0,—	5,29
28,9	20,5	— 2,9	0,—	0,—	8,41	0,—
30,6	22,6	— 1,2	2,1	— 2,52	1,44	4,41
		— 10,—	10,1	— 4,03	46,62	27,81

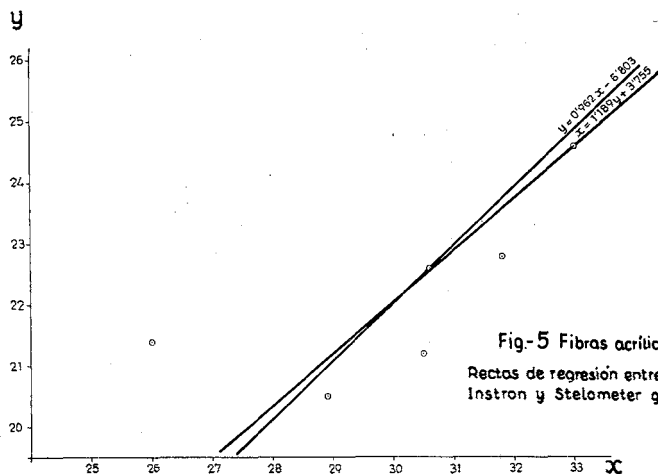
$$\bar{X} = 30,133$$

$$\bar{Y} = 22,185$$

$$r = 0,718$$

Se observa que existe correlación entre las tenacidades de las fibras de materia acrílica obtenidas en el dinamómetro Instron y el Stelometer a galga 0.

Sin embargo, analizando a fondo la anterior tabla y el correspondiente gráfico de la Fig. 5 se observa que esta disminución del valor de correlación es debido



únicamente a la resistencia Instron del tipo 2,2 dtex BR ya que eliminando este valor, la correlación vuelve a ser del orden del 0,91. Esta observación se confirmará cuando se calcule la correlación entre los alargamientos de estas mismas muestras que den un valor de 0,899.

Las correspondientes rectas de regresión son:

$$Y = 0,962 X - 6,803 \quad \text{y} \quad X = 1,1894 + 3,755$$

### 5.2.1.2. Entre Instron y Stelometer galga 1/8

Debido a las limitaciones del dinamómetro Stelometer sólo se han obtenido 3 valores válidos a galga 0. Es por ello que no se puede determinar la correspondiente correlación porque hay insuficiencia de pares de valores para obtener un resultado fiable.

### 5.2.1.3. Entre Instron y Stelometer galga 5 mm.

El Stelometer resulta más limitado aún que en el caso anterior por lo que

El Stelómetro resulta más limitado aún que en el caso anterior, por lo que no es de extrañar que no se haya obtenido ninguna rotura a galga 5 mm. Por lo tanto, no se puede establecer la correspondiente correlación por falta total de datos.

## 5.2.2. Alargamientos

### 5.2.2.1. Entre Instron y Stelometer galga 0

<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>x · y</i>	<i>x<sup>2</sup></i>	<i>y<sup>2</sup></i>
35,4	5,7	0	-0,4	0	0	0,16
28,6	6,7	-6,8	0,6	-4,08	46,24	0,36
31,3	7,7	-4,1	1,6	-6,56	16,81	2,56
32,1	6,1	-3,3	0,—	0,—	10,89	0,—
40,3	10,5	4,9	4,4	21,56	24,01	19,36
39,6	10,9	4,2	4,8	20,16	17,64	23,04
		-5,1	11,—	31,08	115,59	45,48

$$\bar{X} = 34,55$$

$$\bar{Y} = 8,30$$

$$r = 0,899$$

Se observa la existencia de una muy buena correlación entre los alargamientos obtenidos con el Instron y los obtenidos con el Stelometer a galga 0.

Las correspondientes rectas de regresión son:

$$Y = 0,426 X - 6,4 \quad \text{y} \quad X = 1,9 Y + 18,78$$

Véase Fig. 6.

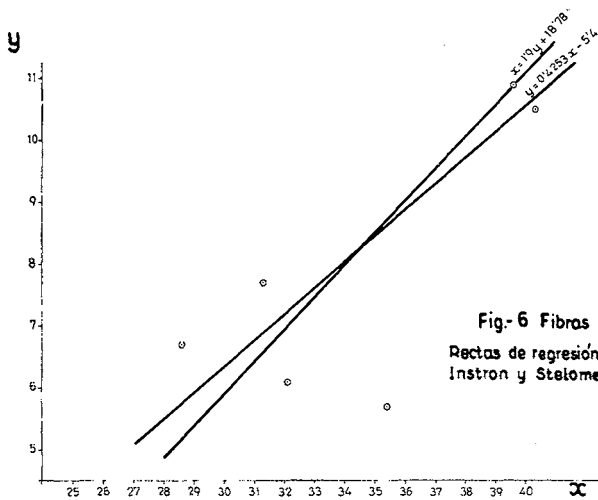


Fig-6 Fibras acrílicas  
Rectas de regresión entre alargamientos  
Instron y Stelometer galga 0.

#### 5.2.2.2. Entre Instron y Stelometer galga 1/8

No se ha podido deducir la correlación existente entre estos dos tipos de alargamientos por las mismas razones que impidieron hallar la correlación entre sus tenacidades.

#### 5.2.2.3. Entre Instron y Stelometer 5 mm.

Por carecer de valores, tampoco se puede deducir la correlación entre alargamientos al igual que ocurría con las tenacidades.

### 5.3. POLIAMIDAS

Debido al extraordinario alargamiento que presenta este tipo de fibras (del 100-125 %), el empleo del Stelómetro es totalmente inadecuado ya que no ha sido posible obtener ni una sola rotura a pesar de trabajar a galga 0.

La información, pues, que poseemos acerca de la posible correlación entre los valores obtenidos en fibra individual y en haces de fibras es totalmente nula.

Es de desear que se ensaye el empleo del mecanismo Lecarim para la determinación de la correspondiente correlación. En este caso, debe ampliarse el número de muestras de tipo poliamida.

### 5.4. DISCUSIONES

#### 5.4.1. Poliéster

##### 5.4.1.1. Resistencias

Se observa que existe una muy buena correlación entre las tenacidades de las fibras de poliéster obtenidas con el dinamómetro Instron y el Stelometer, tanto mayor cuanto más se aproxima la galga del Stelometer a la longitud de la probeta del dinamómetro Instron (10 mm.). Para galga 0,  $r_0 = 0,917$  y para galga 1/8,  $r_{1/8} = 0,921$ . Sería interesantísimo poder conocer la correlación existente cuando se trabaja en haces de fibras a 10 mm. de galga. Ello es posible con el mecanismo Lecarim.

#### 5.4.1.2. *Alargamientos*

Aunque los valores dados para el alargamiento por el Stelometer son muy distintos a los dados por el Instron (que depende sin duda de la distinta concepción del aparato), existe sin embargo una gran correlación entre los valores hallados, observándose, al igual que en las resistencias, una mejora de esta correlación a medida que aumenta la galga en el dinamómetro de haces de fibras (para galga 0,  $r = 0,897$  y para galga 1/8,  $r = 0,921$ ).

#### 5.4.2. **Acrílica**

##### 5.4.2.1. *Resistencias*

A la vista de los resultados obtenidos en los ensayos con las fibras acrílicas, se observa, al igual que con el poliéster, una muy buena correlación entre las tenacidades de los dos dinamómetros, si tenemos en cuenta la observación hecha al comentar los resultados experimentales obtenidos.

Para poder comprobar si también se cumple la tendencia de mejorar aún más la correlación a medida que se aumenta la galga, sería también muy interesante disponer del mecanismo Lecarim.

##### 5.4.2.2. *Alargamiento*

Al igual que las resistencias, los alargamientos presentan una magnífica correlación ya que es del orden de 0,899. Aquí, hay que insistir de nuevo como en el punto anterior.

#### 5.4.3. **Poliamida**

Por el carácter limitado del Stelometer ante fibras de un alargamiento tan considerable como son las poliamidas, no puede asegurarse que su correlación sea análoga a la del poliéster y acrílica. Con el mecanismo Lecarim sería posible determinarlo cuantitativamente.

### 5.5. **CONCLUSIONES**

A la vista de las anteriores discusiones y de los resultados experimentales obtenidos se pueden deducir las siguientes conclusiones:

1. Existe una casi perfecta correlación entre las resistencias y alargamientos obtenidos en el dinamómetro Instron y el Stelometer, tanto para las fibras de poliéster como del tipo acrílico.
2. Es posible, pues, obtener unas rectas de regresión que permitan pasar de los valores dados por el Stelometer a valores individuales.
3. Se aconseja sustituir los ensayos de fibra individual por los de haces de fibras con una reducción del tiempo de ensayo del orden de los 7/8.
4. Completar el presente trabajo con el empleo del mecanismo Lecarim para haces de fibras aplicable a cualquier dinamómetro, con objeto de determinar las posibles correlaciones entre fibras del tipo poliamida, imposible de efectuar con el Stelometer debido a su limitado campo de aplicación.

### 6. **AGRADECIMIENTO**

Los autores de este trabajo expresan su agradecimiento a LA SEDA DE BARCELONA, S. A. por la ayuda financiera aportada para su desarrollo. Así mismo agradecen a las Srtas. M.<sup>a</sup> Dolores Vives, Isabel López y Josefina Linares, los trabajos experimentales efectuados.

